INTORNO AD UN OCULARE ACROMATICO A DUE LENTI A CONTATTO E SUA...

Angelo Forti

Digitized by Google

INTORNO

AD

UN OCULARE ACROMATICO

A DUE LENTI A CONTATTO

E SUA PARTICOLARE APPLICAZIONE AD UN CANNOCCHIALE DA TEATRO

Discorso

LETTO ALL'I. E R. ACCADEMIA VALDARNESE DEL POGGIO

IN MONTEVARCHI

LA MATTINA DEL DÌ 4 SETTEMBRE 1854

DAL SOCIO ORDINARIO CORRISPONDENTE

DOTT.R ANGIOLO FORTI

ALLIEVO MATRICOLATO DELLA REALE SCUOLA NORMALE DI PISA

Digitized by Google

Digitized by Google

Illustri Signori

Nell'Adunanza del dì 5 Settembre dell'anno decorso, io aveva l'onore di dar conto a questa illustre Accademia del mio lavoro analitico intorno ad un obbiettivo acromatico a tre lenti. Ora sono al caso di aggiungere che i resultati che ne ho tratti, modificandolo leggermente in ciò che riguarda le linee dello spettro destinate ad essere parallele, sono stati da me rimessi al chiarissimo Signor Prof. Cav. Amici, il quale avendoli, nel suo alto ingegno, giudicati idonei, li ha posti in pratica con esito felicissimo in un obbiettivo di 6 pollici di apertura e 50 di distanza focale. Oltre a ciò quell'illustre Ottico ne ha sperimentata la piena efficacia negli obbiettivi da microscopii.

Finalmente le SS. VV. si sovverranno che io chiudeva la mia relazione accennando la importanza di calcolare cogli stessi principii l'oculare galileiano, e la speranza che io nutriva di compiere siffatto lavoro nell'intervallo dell'anno corrente.

Ora siccome questa speranza si è convertita in certezza, tanto più che l'esperienza l'ha altresì coronata di ottimo suc-

Digitized by Google

cesso, mi stimo in dovere di darne comunicazione alle SS. VV., colla lettura del rapporto medesimo con cui ne ho reso conto alla R. Accademia dei Georgofili, nella seduta del dì 5 Febbrajo prossimo passato (1), completato dai resultati numerici, e da tutte le indicazioni opportune alla fabbricazione, onde anche prima che sia pubblicata la mia Memoria, ne possa, volendo, approfittare l'arte.

« Applicando la teoria generale dell'acromatismo degli strumenti ottici del chiarissimo Sig. Prof. Cav. Mossotti al caso dell'oculare del telescopio di Galileo, conosciuto generalmente col nome di cannocchiale da teatro, ho potuto determinare tutti i suoi elementi in maniera da renderlo sensibilmente *aplanatico*, vale a dire capace di produrre immagini prive di colori nei bordi, e simili agli oggetti osservati.

» Finora il calcolo non era stato mai applicato a questo subbietto, e salvo alcuni tentativi che dicesi avervi fatti ultimamente la pratica, essa non ci ha somministrato che degli oculari semplici, per lo più *concavo-concavi* ed *isosceli*, i quali non possono giammai essere acromatici.

» D'altronde quanto sia considerevole la parte che ha l'oculare nella perfezione del cannocchiale, ognuno facilmente l'intende, riandando col pensiero al suo ufficio in generale di ridurre al parallelismo i raggi di luce incidenti, che per l'azione dell'obbiettivo sonosi resi convergenti, e più o meno decomposti.

» Nel trattato degli strumenti ottici del Chiarissimo Signor Prof. Cav. Santini, trovo riportato un proponimento del Si-

(1) Vedi i Rendiconti delle Adunanze della R. Accademia Economico-Agraria dei Georgofili di Firenze; Vol. II, Triennio II, dispensa 2.

Digitized by Google

gnor Klügel, di aggiungere cioè all'oculare galileiano una lente convessa avanti la concava. Ma l'illustre astronomo di Padova asserisce, che oltre non aver mai udito che siffatta idea sia stata posta in pratica, è agevole cosa dimostrare che tra gli altri difetti avrebbe specialmente quello di non correggere gli errori di sfericità. L'analisi è stata dai geometri applicata in preferenza agli obbiettivi ed agli oculari astronomici, ed anch'essa, che è poi in sostanza quella dell'Eulero, è in molte parti difettosa.

» Ad ottenere un buon oculare galileiano ho ideato dunque una lente composta di una di *Flint* ed altra di *Crown* a contatto fra di loro. In tal modo tre sole superfici divenivano arbitrarie, ed io poteva, per determinarle, soddisfare tre equazioni di acromatismo. Ma siccome queste equazioni sono nove, compresa la condizione della visione distinta, a volerne soddisfare delle altre, vi bisognava un maggior numero di elementi da disporre. A tale oggetto potevasi, o situare le due lenti dell'oculare a *distanza*, ovvero comporlo di tre o più lenti a *contatto*. Nel primo caso avrei introdotto in calcolo due incognite di più, una cioè proveniente dalla disuguaglianza delle due superfici interne, e l'altra dalla distanza reciproca delle due lenti. Se non che questi vantaggi sarebbero stati distrutti, e dalla perdita di luce, cagionata dalle parziali riflessioni di essa sulle superfici interne e nell'aria interposta, e dal frequente appannarsi delle superfici medesime per l'azione del calore sul vapore contenuto nell'aria. Nel secondo caso poi, al vantaggio di potere disporre di quanti raggi di curvatura avessi voluto colla sovrapposizione di più lenti, si sarebbe opposto anche qui il danno di perdita grave di luce; conciossiachè sappiamo che per ogni lente che si aggiunge, la intensità della luce incidente decresce di circa un decimo. Sicchè volendo ottenere lo scopo senza punto far uso di tali mezzi, mi sono prevalso di un

Digitized by Google

ritrovato recente, statomi comunicato dal Chiarissimo Signor Prof. Cav. Amici. Il quale consiste in questo: Che di una data sostanza, mantenendo costante il suo indice di refrazione, si può far variare, entro certi limiti, il potere dispersivo, cioè la differenza degl'indici di due linee date dal suo spettro. Ciò posto, prendendo per nuova incognita il rapporto dei poteri dispersivi delle due sostanze, le quali dovevano formare il mio oculare galileiano, ho potuto per essa soddisfare ad una quarta equazione. E siccome dalla suaccennata teoria generale si dimostra che la seconda delle due equazioni, le quali stabiliscono la distruzione dei colori, resulta sempre, se si tratti del contatto di due lenti, soddisfatta da sè, quelle dunque che ho impiegate sono: la prima equazione cromatica, quella della visione distinta, e finalmente due equazioni spettanti alle principali abberrazioni di sfericità, cioè a quelle, le quali, dipendentemente dall'ampiezza dell'obbiettivo, farebbero sussistere più fuochi e sfigurerebbero la immagine.

» Il problema così tradotto è resultato dipendente da una equazione del quinto grado, funzione del rapporto anzidetto dei due poteri dispersivi, e degl'indici cogniti di refrazione delle sostanze adoperate. Essa dunque essendo dotata di una radice reale per lo meno, io ne traeva intanto certezza che il problema proposto era solubile in generale, ed anche suscettibile di applicazione tecnica, se il suo valore fosse risultato prossimo al naturale, vale a dire se il valore di quel rapporto dato dalla mia equazione fosse stato conseguibile in pratica dal Crown e dal Flint ordinarj, fondendo in essi degli agenti chimici, come sarebbero dell'ossido di piombo ed altre sostanze suggerite dall'arte.

» Una delle proprietà di quella equazione si è che essa risultando indipendente dalla grandezza della distanza focale dell'oculare composto, rimane per conseguenza la stessa an-

Digitized by Google

che per l'oculare del telescopio astronomico, il quale, come è noto, non differisce dal galileiano, che nello avere il fuoco dell'oculare *positivo*, cioè reale nell'interno del tubo; laddove che in quello di Galileo è *negativo*, vale a dire esterno e virtuale.

» La curvatura poi delle superfici e i fuochi delle lenti componenti l'oculare, venendo dati da relazioni analitiche, che contengono la distanza focale di quest'ultimo allo stato di fattore *lineare*, hanno necessariamente con essa un rapporto costante, talchè variando questa si deducono quelli con una semplice moltiplicazione. E siccome a circostanze eguali, e solo cangiando segno alla espressione del fuoco dell'oculare composto, i valori degli elementi medesimi, risultano gli stessi ma di segno contrario, si conclude che volendo costruire un oculare doppio acromatico per un telescopio astronomico coi medesimi vetri, e collo stesso ingrandimento di un cannocchiale di Galileo, non si ha che a rivolgere in senso respettivamente contrario le superfici, che sono contenute nell'oculare di quest'ultimo.

» Dal calcolo numerico delle formole ho poi ottenuto per tutti gli elementi del mio oculare galileiano dei valori assai soddisfacenti; sicchè altro non mi restava che farne prova coll'esperienza.

» Avendo avuto a mia disposizione due obbiettivi acromatici della fabbrica di Monaco del fuoco di 90 linee francesi e dell'apertura di 26, pregai il prefato Sig. Cavalier Amici, per mezzo dell'illustre Signor Professor Mossotti, di essermi gentile della costruzione di due oculari coi dati da me ottenuti. Il che avendo il nostro celebre ottico eseguito con quella perfezione che gli è propria, il successo ne è stato felice, siccome le SS. VV. potranno accertarsi, osservando il cannocchiale che ho l'onore di presentarvi. Il sullodato signor cavalier Amici ne ha poi voluto esaminare l'effetto in altro

Digitized by Google

cannocchiale da teatro, il quale tuttochè abbastanza acromatico, conservava nella immagine un leggerissimo bordo roseo. Questo colore è tosto sparito sostituendo all'oculare che vi esisteva, quello ch'egli mi aveva costruito.

» Il disegno che presento alle SS. VV. può dare una idea della forma di quest'oculare. La lente di Flint, come sostanza più refrangente è dalla parte dell'occhio, e così pure la superficie concava secondo la quale è terminata. La superficie quasi piana che limita da un lato la lente di Crown, guarda l'oggetto con leggerissima concavità. L'ingrandimento del cannocchiale è circa di quattro volte e un undicesimo; e il campo ne è perciò di G.^{di} 5, 42′ 6″. Sicchè l'estensione chiaramente percettibile alla distanza supponiamo di dieci metri, quale è quella, presso a poco, che si mira ordinariamente al teatro è di circa un metro; vale a dire quasi i due terzi di una persona di mediocre grandezza.

» Avrei potuto produrre un ingrandimento anche maggiore, ma oltrechè bisognava impiccolire il campo, sarebbe stato necessario allungare lo strumento in modo incompatibile a cannocchiale da teatro; e in pari tempo impiccolire soverchiamente l'apertura dell'oculare, affinchè il diametro della sua sezione avesse un rapporto sufficientemente piccolo con quello della sfera, cui appartiene; tale essendo la principale condizione di acromatismo.

» Comunemente i buoni cannocchiali da teatro hanno un campo anche minore di tre gradi, e l'ingrandimento circa di tre. Il primo cannocchiale scoperto nel 1609 dall'olandese Lippersein, e passato in seguito al principe Maurizio di Nassau, ingrandiva appena cinque volte, e quello che costruì Galileo tosto che ebbe sentore del fatto, e che, come è noto, dedicò alla Signoria di Venezia, non sorpassava le nove volte; ma si sa che le dimensioni di tali strumenti erano grandissime, e il campo assai piccolo. Quelli ancora che si trovano

Digitized by Google

calcolati, con le formole dell'Eulero, in varie opere di ottica, e specialmente in quella del suencomiato Prof. Santini, hanno campi piuttosto piccoli.

» Finalmente a rendere il mio scritto più utile alla pratica, ho calcolata la variazione che subiscono gli elementi del mio oculare, variando di qualche poco in più e in meno gl'indici di refrazione delle sostanze che lo costituiscono. Per mezzo del prospetto di questi diversi resultati, l'artista può regolare debitamente le curvature e i fuochi applicabili a lenti da formarsi colle sostanze ch'egli ha disponibili.

» Chi desiderasse di leggere i dettagli del mio lavoro, gli troverà esposti quale Appendice alla Memoria del prefato Sig. Cav. Prof. Mossotti, della quale ho qui fatto menzione in principio.

» Quest'opera, che è una delle più complete e generali di analisi, non è ancora pubblicata, ma lo sarà fra breve ».

Darò fine a questa relazione coll'annunziarvi che mi sono valso delle stesse teoriche generali a perfezionamento della Fotografia; scoperta mirabile de'nostri ultimi tempi, e feconda di prezioso avvenire. Quest'arte, in cui natura è pittrice di sè medesima, ha uopo ancora di molti miglioramenti, i quali in generale si fanno dipendere dalle sostanze così dette *fotogeniche*, tanto che sonosi da varie Società destinati de'premii a chi ne suggerisse delle nuove, le quali e più prontamente e meglio delle conosciute operassero.

Il problema però non istà solo nella natura di tali sostanze; esso ha principal sede nella lente che fa parte dell'apparato, la quale anzichè raccogliere i raggi *luminosi*, dovrebbe avere la proprietà di condensare i soli *chimici*, che sono quelli che *unicamente* vi funzionano. La condensazione

Digitized by Google

dei raggi chimici, oltre ad aggiungere splendore all'intero disegno e rendere ben definiti i contorni, farebbe assai meglio figurare le *mezze tinte*, le quali per la poca luce che hanno in natura vi appariscono nere, e quelle invece un poco più chiare, pressochè bianchissime: ciò che dimostra che l'effetto di detti raggi cresce assai più della semplice proporzione del loro numero.

Con una lente dotata di *fuoco chimico*, si potrebbe evitare il diaframma, e la produzione della immagine sarebbe quasi istantanea. Quanto gioverebbe codesta velocità di produzione al perfezionamento dei disegni fotografici, così di cose animate che inanimate, ognuno se ne convince per poco rifletta che nulla in natura è immobile.

Io mi lusingo di avere col calcolo, guidato da dati sperimentali, ottenuto dei buoni risultati; e se anche qui la esperienza, che spero di farne in breve, riuscirà felicemente, mi darò premura di parteciparla all'Accademia.

Da Pestello (Villa Viviani) presso Montevarchi, li 25 Agosto 1854.

Dott.r A. Forti.

Digitized by Google

PROSPETTO

DEGLI

ELEMENTI DELL' OCULARE ACROMATICO

A DUE LENTI A CONTATTO

APPLICATO AD UN TELESCOPIO GALILEIANO (*)

---

n_1	=	Indice di refrazione del Crown	= 1. 53145
n_2	=	» » Flint	= 1. 63897
$\frac{s_2}{s_1}$	=	$\frac{\text{Potere dispersivo del Flint}}{\text{Potere dispersivo del Crown}}$	= 2. 21008
F	=	Distanza focale dell'oculare composto . . .	= 22. 00000
R_1	=	Raggio di curv. della 1.ª superf. di Crown .	= + 227. 74400
R_2	=	» » 2.ª » » .	= — 6. 58682
R_3	=	» » 1.ª » Flint . .	= — 6. 58682
R_4	=	» » 2.ª » » . .	= — 10. 74953
a	=	Apertura dell'oculare	= 6. 00000
Δ	=	Distanza focale dell'obbiettivo	= 90. 00000
α	=	Apertura dell'obbiettivo.	= 26. 00000

(*) Il segno + indica *concavità* verso l'oggetto; il segno — *convessità*. Per avere i raggi corrispondenti ad altro fuoco F' dell'oculare, basterà moltiplicare i detti valori pel rapporto $\frac{F'}{F}$. Qui l'unità di misura è la *linea francese* $= 0^{m},00228$.

Digitized by Google